

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-044346

(43)Date of publication of application : 18.02.1994

(51)Int.Cl. G06F 15/60
G06F 15/62

(21)Application number : 04-198655

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 24.07.1992

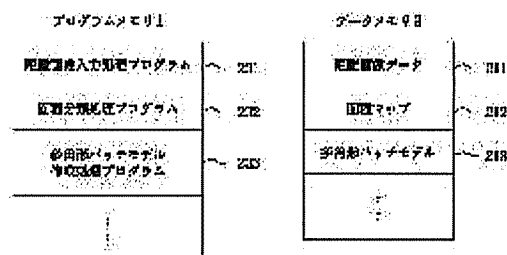
(72)Inventor : KITAMURA YOSHIFUMI
SHIMIZU HARUO
KIMURA TAKEO
YOSHIZAKI OSAMU
OKUTOMI MASATOSHI

(54) METHOD AND DEVICE FOR PROCESSING DISTANCE IMAGE

(57)Abstract:

PURPOSE: To prepare a high-accuracy three-dimensional shape model with a little data from distance image data and to provide an animation function with a simple operation.

CONSTITUTION: This distance image processing method to calculate a polygon group for covering an object surface expressed by a distance image from the inputted distance image is provided with a face classification processing program (202) to classify faces constituting the object surface based on the inputted distance image, and polygonal patch model preparation processing program (203) to prepare the polygonal patch model of an object by calculating a suitable polygonal patch corresponding to the classified faces.



(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-44346

(43)公開日 平成6年(1994)2月18日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 15/60	4 0 0 D	7922-5L		
15/62	3 5 0	8125-5L		

審査請求 未請求 請求項の数18(全 25 頁)

(21)出願番号 特願平4-198655

(22)出願日 平成4年(1992)7月24日

(71)出願人 000001007

キャノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 北村 喜文

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社内

(72)発明者 清水 治夫

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社内

(72)発明者 木村 岳男

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社内

(74)代理人 弁理士 丸島 儀一

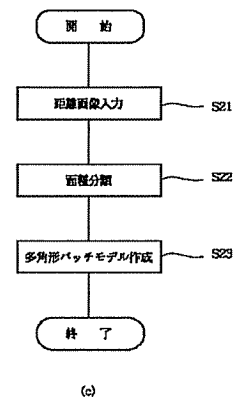
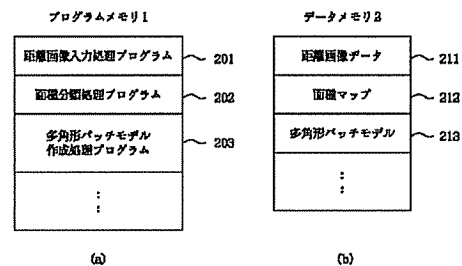
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 距離画像処理方法及び装置

(57)【要約】

【目的】 距離画像データより、少ないデータ量で精度の高い3次元形状モデルを作成し、また、簡単な操作でアニメーション機能を実現する。

【構成】 入力された距離画像より当該距離画像の表す物体表面を被覆する多角形群を求める距離画像処理方法において、前記入力された距離画像に基いて、物体表面を構成する面の種類を分類する面種分類工程（ステップS202）と、分類された面種に応じて適切な多角形パッチを求め、前記物体の多角形パッチモデルを作成する多角形パッチモデル作成工程（ステップS203）とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力された距離画像より当該距離画像の表す物体表面を被覆する多角形群を求める距離画像処理方法において、

前記入力された距離画像に基いて、物体表面を構成する面の種類を分類する面種分類工程と、

分類された面種に応じて適切な多角形パッチを求め、前記物体の多角形パッチモデルを作成する多角形パッチモデル作成工程とを備えたことを特徴とする距離画像処理方法。

【請求項2】 前記分類された面種のうち、凹凸の激しい面種に小さい面積の多角形パッチを割り当てるようにしたことを特徴とする請求項1記載の距離画像処理方法。

【請求項3】 前記分類された面種のうち、凹凸の少ない面種ほど多角形パッチを選出するための代表点の間隔を大きくするようにしたことを特徴とする請求項1記載の距離画像処理方法。

【請求項4】 入力された距離画像より当該距離画像の表す物体表面を被覆する多角形群を求める距離画像処理方法において、

既に求められた多角形群に覆われていない表面上の点を検出する検出工程と、

前記検出工程により検出された点を1頂点とする多角形の他の頂点の候補を、他の表面上の点より選出する頂点候補選出工程と、

前記選出された各点が、既に求められた多角形群に覆われているか否かを判定する判定工程と、

前記各点のいずれの点も否と判定された場合、前記検出された点における法線方向と、前記選出された各点における法線方向とを比較する比較工程とを具え、

該比較工程の各比較結果において、方向の違いがいずれも所定量以下の場合、前記検出された点を1頂点とする多角形の他の頂点の候補として、前記選出された各点を覆う多角形を構成する点を、他の表面上の点より改めて選出することを特徴とする距離画像処理方法。

【請求項5】 前記各比較結果のいずれかにおいて、方向の違いが所定量を越える場合、前記検出された点を1頂点とし、前記選出された各点を他の頂点とする多角形を、前記多角形群に加えることを特徴とする請求項4記載の距離画像処理方法。

【請求項6】 前記法線方向の比較を、2つの法線方向の法線ベクトルの内積を所定値と比較することにより実行することを特徴とする請求項4または5記載の距離画像処理方法。

【請求項7】 入力された距離画像より当該距離画像より3次元形状モデルを作成するモデル作成工程と、該モデル作成工程で得られた3次元形状モデルを変形するための、変形動作のタイプ及びパラメータを指示する変形指示工程と、

該変形指示工程の指示に基づき、前記3次元形状モデルを順次変形させた画像を生成する画像生成工程とを具えた事の特徴とする距離画像処理方法。

【請求項8】 前記3次元形状モデルとしてポリゴンモデルを用いる事の特徴とする請求項7記載の距離画像処理方法。

【請求項9】 前記変形動作のタイプは、先細り、ねじり、曲げを含むことを特徴とする請求項7記載の距離画像処理方法。

10 【請求項10】 距離画像を入力する入力手段と、入力された距離画像より当該距離画像の表す物体表面を被覆する多角形群を求める距離画像処理装置において、該入力手段より入力された距離画像に基いて、当該距離画像の表す物体表面を構成する面の種類を分類する面種分類手段と、

分類された面種に応じて適切な多角形パッチを求め、前記物体表面を記述する多角形パッチモデルを作成する多角形パッチモデル作成手段とを備えたことを特徴とする距離画像処理装置。

20 【請求項11】 前記多角形パッチモデル作成手段は、前記面種分類手段によって分類された面種のうち、凹凸の激しい面種に小さい面積の多角形パッチを割り当てるようにしたことを特徴とする請求項1記載の距離画像処理装置。

【請求項12】 前記多角形パッチモデル作成手段は、前記面種分類手段によって分類された面種のうち、凹凸の少ない面種ほど多角形パッチを選出するための代表点の間隔を大きくするようにしたことを特徴とする請求項1記載の距離画像処理装置。

30 【請求項13】 入力された距離画像より当該距離画像の表す物体表面を被覆する多角形群を求める距離画像処理装置において、

既に求められた多角形群に覆われていない表面上の点を検出する検出手段と、

前記検出手段により検出された点を1頂点とする多角形の他の頂点の候補を、他の表面上の点より選出する頂点候補選出手段と、

前記選出された各点が、既に求められた多角形群に覆われているか否かを判定する判定手段と、

40 前記各点のいずれの点も否と判定された場合、前記検出された点における法線方向と、前記選出された各点における法線方向とを比較する比較手段とを具え、

該比較手段の各比較結果において、方向の違いがいずれも所定量以下の場合、前記検出された点を1頂点とする多角形の他の頂点の候補として、前記選出された各点を覆う多角形を構成する点を、他の表面上の点より改めて選出するように前記選出手段を制御する制御手段とを有することを特徴とする距離画像処理装置。

50 【請求項14】 前記各比較結果のいずれかにおいて、方向の違いが所定量を越える場合、前記検出された点を

1 頂点とし、前記選出された各点を他の頂点とする多角形を、前記多角形群に追加登録する登録手段を具えることを特徴とする請求項13記載の距離画像処理装置。

【請求項15】 前記比較手段は、法線方向の比較を、2つの法線方向の法線ベクトルの内積を所定値と比較することにより実行することを特徴とする請求項13または14記載の距離画像処理装置。

【請求項16】 入力された距離画像より当該距離画像より3次元形状モデルを作成するモデル作成手段と、
10 該モデル作成手段で得られた3次元形状モデルを変形するための、変形動作のタイプ及びパラメータを指示する変形指示手段と、
該変形指示手段の指示に基づき、前記3次元形状モデルを順次変形させた画像を生成する画像生成手段とを具えた事を特徴とする距離画像処理装置。

【請求項17】 前記3次元形状モデルとしてポリゴンモデルを用いる事を特徴とする請求項16記載の距離画像処理装置。

【請求項18】 前記変形動作のタイプは、先細り、ねじり、曲げを含むことを特徴とする請求項16記載の距離画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、入力される物体表面の3次元座標データの面種を分類し、それぞれに応じた最適の3次元形状モデルを作成することを図った3次元形状モデル作成装置に関する。

【0002】更に、本発明は、距離画像入力装置や距離画像DBより入力される距離データを利用して、CADやCGで広範に利用される3D形状データを作成した後、そのデータを利用し、簡易に3次元アニメーション機能を実現する事を目的とした、3次元形状モデル作成・アニメーション装置に関するものである。

【0003】すなわち、簡易に又半自動的に3D形状モデルを入力し、得られた物体を用いて簡易に変形アニメーション動作を実行するシステムである。

【0004】

【従来の技術】従来の3次元形状モデル作成装置として、例えば、物体の表面の3次元位置座標データを、レーザレンジファインダなどの3次元座標計測装置により
40 入力し、この3次元位置座標の全データを頂点とする三角形パッチにより3次元形状モデルを作成しようとしたものや、この頂点とする3次元位置座標の隣接点との間隔を広げるなどして、元のデータの一部を頂点とする三角形パッチにより、3次元形状モデルを作成しようとしたものがある。この3次元形状モデル作成装置にあっては、3次元データから3次元形状モデルを作成することができる。

【0005】従来の3次元形状モデル作成装置として、例えば、クレイモデルなどの実物体の表面の3次元位置

データを、3次元デジタイザなどの接触型3次元座標計測装置により入力し、この3次元データから3次元形状モデルを作成しようとしたものや、空間切断方式などの3次元計測装置により入力し、この3次元データから3次元形状モデルを作成しようとしたものがある。

【0006】また、得られた3次元物体を利用して、各種アニメーションやCAD/CAM等での利用が試みられている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の3次元形状モデル作成装置では、3次元形状モデルは、レーザレンジファインダなどの3次元座標計測装置により入力した物体表面の3次元位置座標データから、物体表面上全域にわたり均一に代表点を選び、この均一な代表点を頂点とする多角形パッチにより作成されているので、精度を高めようとすると、形状モデルのデータ量が非常に多くなるという問題点があった。

【0008】また、頂点とする3次元位置座標の隣接点との間隔を広げるなどした、部分データを頂点とする三角形パッチにより作成した3次元形状モデルは、データの量は多少減らすことができるが、凹凸が激しい形状が複雑な部分や、曲面などでは正しく物体表面を記述することができなかった。反面、大きな平面上などにも他の部分と等しい間隔で多角形パッチの頂点が置かれるので無駄なデータも存在した。

【0009】また、従来3Dアニメーション映像を作成するには、CGアニメータの専門家が高価なシステムを利用するのみ可能であり、素人には3D形状のモデリング作成や動作を記述するには多くの困難を抱えていた。これらのシステムは手作業で、あるいは職人芸的な知識により利用が可能で、多くの作業、例えばモデリング、動作指定等は自動化されていないという欠点があった。

【0010】本発明は上述した従来技術の欠点を除去するものであり、その目的とするところは、凹凸が激しく形状が複雑な部分や曲面などでは密な間隔で代表点を選び、大きな平面などでは疎な間隔で代表点を選んで多角形パッチの頂点とすることにより、物体の形状を正しく表わしかつ、データ量の小さい3次元形状モデルを作成することを可能とすることにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明距離画像処理方法は、上記課題を解決するために、入力された距離画像に基いて、物体表面を構成する面の種類を分類する面種分類工程と、分類された面種に応じて適切な多角形パッチを求め、前記物体の多角形パッチモデルを作成する多角形パッチモデル作成工程とを具える。

【0012】また、本発明の他の態様によれば、距離画像処理方法において、既に求められた多角形群に覆われていない表面上の点を検出する検出工程と、前記検出工程により検出された点を1頂点とする多角形の他の頂点

の候補を、他の表面上の点より選出する頂点候補選出工程と、前記選出された各点が、既に求められた多角形群に覆われているか否かを判定する判定工程と、前記各点のいずれの点も否と判定された場合、前記検出された点における法線方向と、前記選出された各点における法線方向とを比較する比較工程とを具える。該比較工程の各比較結果において、方向の違いがいずれも所定量以下の場合、前記検出された点を1頂点とする多角形の他の頂点の候補として、前記選出された各点を覆う多角形を構成する点を、他の表面上の点より改めて選出する。

【0013】また、他の態様では、入力された距離画像より当該距離画像より3次元形状モデルを作成するモデル作成工程と、該モデル作成工程で得られた3次元形状モデルを変形するための、変形動作のタイプ及びパラメータを指示する変形指示工程と、該変形指示工程の指示に基づき、前記3次元形状モデルを順次変形させた画像を生成する画像生成工程とを具える。

【0014】更に他の態様によれば、距離画像を入力する入力手段と、入力された距離画像より当該距離画像の表す物体表面を被覆する多角形群を求める距離画像処理装置において、該入力手段より入力された距離画像に基いて、当該距離画像の表す物体表面を構成する面の種類を分類する面種分類手段と、分類された面種に応じて適切な多角形パッチを求め、前記物体表面を記述する多角形パッチモデルを作成する多角形パッチモデル作成手段とを具える。

【0015】また、入力された距離画像より当該距離画像の表す物体表面を被覆する多角形群を求める距離画像処理装置に、既に求められた多角形群に覆われていない表面上の点を検出する検出手段と、前記検出手段により検出された点を1頂点とする多角形の他の頂点の候補を、他の表面上の点より選出する頂点候補選出手段と、前記選出された各点が、既に求められた多角形群に覆われているか否かを判定する判定手段と、前記各点のいずれの点も否と判定された場合、前記検出された点における法線方向と、前記選出された各点における法線方向とを比較する比較手段とを具える。

【0016】また、入力された距離画像より当該距離画像より3次元形状モデルを作成するモデル作成手段と、該モデル作成手段で得られた3次元形状モデルを変形するための、変形動作のタイプ及びパラメータを指示する変形指示手段と、該変形指示手段の指示に基づき、前記3次元形状モデルを順次変形させた画像を生成する画像生成手段とを具える。

【0017】

【作用】本発明は、かかる構成により、入力された距離画像に基いて、物体表面を構成する面の種類を分類し、分類された面種に応じて適切な多角形パッチを求め、前記物体の多角形パッチモデルを作成するものである。

【0018】また、本発明の他の態様によれば、既に求

められた多角形群に覆われていない表面上の点を検出し、検出された点を1頂点とする多角形の他の頂点の候補を、他の表面上の点より選出し、選出された各点が、既に求められた多角形群に覆われているか否かを判定し、前記各点のいずれの点も否と判定された場合、前記検出された点における法線方向と、前記選出された各点における法線方向とを比較し、各比較結果において、方向の違いがいずれも所定量以下の場合、前記検出された点を1頂点とする多角形の他の頂点の候補として、前記選出された各点を覆う多角形を構成する点を、他の表面上の点より改めて選出するように制御するものである。

【0019】また、更に他の態様では、入力された距離画像より3次元形状モデルを作成し、得られた3次元形状モデルを変形するための、変形動作のタイプ及びパラメータを指示して、指示に基づき、前記3次元形状モデルを順次変形させた画像を生成するものである。

【0020】

【実施例】以下に、本発明の実施例の処理手順を詳述する前に、簡単に言葉の定義を行っておく。

【0021】まず、「距離画像」とは、距離計測センサにより測定された物体表面の各点と基準面との垂直距離（平行射影）、を与えた距離画像である。データ形式としては、(X,Y)の正方2次元格子上的各点において、距離(Z値)が格納される。最近Computer VisionやComputer Graphics分野で利用され始めたデータである。

【0022】次に、「形状モデル」とは、距離画像とは異なり、3D物体を頂点・辺等の幾何情報として、表現するものであり、例えば記述レベルの低いものから順にメッシュ、ポリゴン、二次曲面、自由曲面のモデルがある。多くのCGやCADシステムで利用されているデータ形式である。

【0023】「メッシュモデル」とは、x, y座標を等間隔に配置した3角形格子モデルであり、図に示すように、格子形状の対角線を結び、3角形ポリゴン列に距離データを変換することにより、3D幾何データを作成することができる。このモデルは、基本的に簡単なフィルタプログラムによって容易に実現できる。

【0024】「ポリゴンモデル」とは、任意のてん列により構成されるもので、同一平面上にある多角形である。ポリゴンデータ構造を図に示す。このデータ構造は、大きく2つに分けられる。前半部分はポリゴンを構成する頂点情報を指定する部分で、必須なデータとして頂点情報の(x, y, z)値と、オプションの頂点における法線ベクトル(N_x, N_y, N_z)値である。後半では指定された頂点情報に対して、ポリゴンを構成する稜線の接続情報を示し、最初にポリゴンを構成する稜線数n、そしてポリゴンを構成するn個のインデックス値が続く。

【0025】「自由曲面モデル」とは、もっとも記述能力が高く、CAD等でよく用いられているモデルであ

り、自由曲面として、BezierやNURBS(Non Rational B-SplineSurface)曲面が知られている。手法としては、"An Adaptive SubdivisionMethod for Surface-Fitting from Sampled Data", Francis Schm Computer Graphics, vol. 20, number 4, 1986に詳しい。

【0026】(実施例1)以下、図面を参照して本発明の第1実施例を詳細に説明する。

【0027】図1は、本実施例を含む以下の実施例に共通の距離画像処理システムの基本構成を示すブロック図である。

【0028】同図において、1は各種処理手順を記憶するためのプログラムメモリ、2は、本システムの処理に必要な情報、及び入出力データを記憶するためのデータメモリ、3は、プログラムメモリ1に記憶されている処理手順に従って各種処理を行い、装置各部を制御するためのCPUである。

【0029】4は、本システムで得られた3D形状モデルを表示したり、ユーザからの指示をインタラクティブに表示する表示部であり、本実施例では、マルチウィンドウ形式の表示部であるとする。5は、ユーザからの指令を入力するマウスである。6はキーボード(KB)で、ユーザがプログラムを作成したり、本システムに指令を入力するのに使用される。更に、7はレーザレンジファインダであり、物体表面の各点と基準面との垂直距離を測定し、距離画像を入力する。

【0030】図2は、実施例1におけるプログラムメモリ1、データメモリ2の構成及び実施例1の全体処理のフローチャートを示す図である。

【0031】図2において、(a)は、実施例2におけるプログラムメモリ1の内容を示す図である。同図において、201は本装置に距離画像を入力するための距離画像入力処理プログラム、202は与えられた距離画像から面種マップを作成するための面種分類処理プログラム、203は、面種マップに基づいて距離画像から多角形パッチモデルを作成するための多角形パッチモデル作成プログラムである。

【0032】また、同図において、(b)は本実施例におけるデータメモリ2の構成を表し、211は入力された距離画像、212は作成された面種マップ、213は作成された多角形パッチモデルである。

【0033】次に、図2の(c)に示すフローチャートに基づき、本実施例の全体の処理の流れを説明する。まず、ステップS21にて、距離画像入力処理プログラム201に従って、レーザレンジファインダ7による物体の測定等により、距離画像を入力し、距離画像データ211として格納する。この入力、実際に測定を行なって入力するものに限らず、例えば画像データベースに蓄積されたデータを入力するようのものであってもよい。

【0034】次に、ステップS22で、面種分類処理プログラム202に従い、入力された距離画像データ21

1(物体の表面を構成する各点の3次元座標データ)を処理して、物体表面を構成する面の種類を分類し、面種マップ212を作成する。

【0035】そして、ステップS23で、多角形パッチモデル作成処理プログラム203に従い、距離画像データ211と面種マップ212に基づき、分類された面種にそれぞれ最適な多角形パッチにより、多角形パッチモデル213を作成する。

【0036】図3は、ステップS22の面種分類処理の詳細を示すフローチャートである。

【0037】まず、ステップS31で、3次元座標データの2次元配列として、画像の各画素に距離値を持つ距離画像を入力すると、ステップS32で、適当な大きさのウィンドウを用いて、最小自乗近似により局所曲面の当てはめを行い、ステップS33で、当てはめた局所曲面から、または他の方法で各画素での1次、2次偏微分を計算し、ステップS34で、ガウス曲率及び平均曲率を計算し、ステップS35で、求められた2つの曲率の符号から、曲率符号マップを作成し、ステップS36で、この符号により、図4に示す8つの面種に分類し、それぞれのコード(面種クラス番号)を画素値とする面種クラス画像を生成する。

【0038】なお、ここで簡単に説明した曲面分類のアルゴリズムは論文(例えば 横矢直和, Martin D. Levine: "微分幾何学特徴に基づく距離画像分割のためのハイブリッド手法", 情報処理学会誌, Vol. 30, No. 8, Aug. 1989)で紹介されているため、ここでは詳細な説明を省略する。

【0039】図5は、多角形パッチモデル作成プログラム203に対応するフローチャートであり、図6は、図5の手順により処理される距離画像データの加工例を模式的に示す図である。

【0040】図5において、先ずステップS51で、図3のフローチャートにつき前述した手順により作成された面種クラス画像(図6のa)を入力し、ステップS52では、この面種クラス画像から、ある1つの面種クラスを表わす画像(図6のb)を順次取り出す。図6のbは例として面種クラスが5である箇所だけを取り出した画像である。

【0041】ステップS53では、同じ連結成分に属するすべての画素に同じラベル(番号)を割り当て、異なった連結成分には異なったラベルを割り当てたラベル画像(図6のc)を生成する。

【0042】ステップS54では、ステップS53でつけられたラベル(領域番号)ごとに、面種クラスに応じた多角形パッチモデルが生成される。すなわち、面種クラスがnの領域は、面種クラスがnに分類された面の各領域の多角形パッチ作成の手順を実行する。この手順は後で詳しく説明する。

【0043】ステップS55では、次の面種クラス番号

がまだ処理をしていないクラスであればステップS52から繰り返し、8番目のクラス番号が終了したら終了する。こうして、ステップS52～54を、抽出された全ての面クラスに対して行なう。

【0044】次に、図4に示す面種クラスにおいて、クラスが5に分類された面の各領域の多角形パッチ作成の手順を図7のフローチャートに従って説明する。

【0045】ステップS71では、ステップS53で、面クラスが5に分類された面を表わす画像を領域ラベリングした結果を入力する。

【0046】ステップS72では、ステップS53でラベリングされた、面クラスが5に分類された面の全ての領域の輪郭線を抽出する(図6のd)。

【0047】図6のdに示す様に、この輪郭線にはステップS53でつけられた番号と等しい番号がついている。

【0048】ついでステップS73では、番号順にこの輪郭線を取り出し、それぞれに対して以下の処理を行なう。

【0049】ステップS74では、予め定められたある開始点から出発してこの輪郭線をたどり、輪郭線上の予め定められたある画素数ごとに、順次その点に番号を付け、その点の画像上の座標を読みとる。この点を頂点と呼び、番号を頂点番号と呼ぶことにする。

【0050】ステップS75では、ステップS74で読みとられた画像上の座標にあたる3次元空間中の座標を、元の距離画像から読み取り、面種番号、領域番号(輪郭線番号と等しい)、頂点番号と共に、図8に示す多角形パッチデータテーブルに頂点情報として書き込む。さらに、たどった頂点番号を順に位相情報として多角形パッチデータテーブルに書き込む。

【0051】ステップS76では、次の輪郭線番号がまだ処理をしていない番号であればステップS73から繰り返し、全ての輪郭線番号が終了したら処理を終了する。

【0052】こうして、ステップS73～75を、ステップS72で抽出された全ての輪郭線に対して行なう。

【0053】最終的に、図8に例として示す多角形パッチデータテーブルが作成される。

【0054】図4の面種クラスが5以外(1または2または3または4または6または7または8)に分類された面の各領域も同様に多角形パッチが作成される。

【0055】多角形パッチモデルを作成する説明図を図9に示す。

【0056】取り出された領域内のある1点を、走査線(図9のx軸方向)のxの小さい値から順に、走査線に垂直な方向(図9のy軸方向)のyの小さい値から取り出し、以下の処理を行なう。

【0057】ここで、第n走査線におけるx方向p番目の値を取り出し、稜線・位相情報を作成するフローチャ

ートを図10、疑似コーディングを図23に示す。図10及び図23で、変数xは面クラスに応じてあらかじめ定められた値である。

【0058】図10において、まず、ステップS101で、現在の注目画素が物体上のものか背景のものかが判断される。ここで、物体上か否かは、その画素の距離の値によって判断する。物体上の場合には、ステップS102、103に進んで、それぞれ注目画素の右隣、左隣の画素の状態を調べ、背景であれば、ステップS104でその注目画素を物体の輪郭として登録する。

【0059】次に、ステップS105で、現在の注目画素、及びx画素間隔で右、下、右下の4画素について、物体なら1、背景なら0の4ビットのフラグを立てる。

【0060】ステップS106にて、このフラグの値を判定し、フラグの値が“1”である個数に応じて処理を分岐する。“1”が2個以下の場合、ステップS107に進むが、このとき物体上にある点は2点以下であり、3角形ポリゴンが作れないので何も登録しない。“1”が3個の場合、ステップS108で、この3個に対応する3点をインデックスとして登録する。また“1”が4個の場合、ステップS109で、この4点に対応して2個の3角形を登録させるため、注目画素とx画素間隔で下及び右の3点と、注目画素からx画素間隔で下、右及び右下の3点とをインデックスとして登録する。

【0061】このような処理において、凹凸の激しい面クラスに対してはxの値を小さく、平坦な面クラスに対してはxの値を大きく定めておくことにより、複雑な形状の部分では代表点を密に、なだらかな部分では疎に選んだ多角形パッチモデルが作成できる。

【0062】(実施例2)本実施例では、注目点から一旦密に代表点を選んだ後で、注目点と選んだ点との法線ベクトルの変化が所定の値より少ない場合、疎な間隔で選び直すようにすることで、変化の激しい部分の代表点の間隔は密に、なだらかな部分の代表点の間隔は疎になるようにしたものである。

【0063】本実施例における3次元形状モデル作成装置の構成も、実施例1と同じ図1で表されるが、メモリの内容が若干異なる。図11に、プログラムメモリ1、データメモリ2の構成、及び全体処理のフローチャートを示す。同図において、(a)は、実施例2におけるプログラムメモリ1の内容を示す図である。ここで、201は、実施例1と同じ距離画像入力処理プログラムである。1102は、与えられた距離画像データを空間微分して、法線ベクトルを求める法線ベクトル演算プログラムである。1103は、本実施例における多角形パッチモデル作成プログラムである。

【0064】また、同図において、(b)は本実施例におけるデータメモリ2の構成を表し、211は入力された距離画像、1112は演算された法線ベクトル、1113は本実施例により作成された多角形パッチモデルで

ある。

【0065】次に、図11の(c)に示すフローチャートに基づき、本実施例の全体の処理の流れを説明する。まず、ステップS111にて、実施例1と同様に、距離画像入力処理プログラム201に従って、レーザレンジファインダ7による物体の測定等により、距離画像を入力し、距離画像データ211としてデータメモリ2に格納する。この入力、実際に測定を行なって入力するものに限らず、例えば画像データベースに蓄積されたデータを入力するようなものであってもよい。

【0066】次に、ステップS112で、法線ベクトル演算処理プログラム1102に従い、入力された距離画像データ211（物体の表面を構成する各点の3次元座標データ）を処理して、物体表面を構成する各点の法線ベクトルを演算し、法線ベクトルデータ1112を作成する。この法線ベクトルを求めるには、入力された距離画像を空間微分すればよい。この法線ベクトルの計算方法は、例えば、前述の“微分幾何学特徴に基づく距離画像分割のためのハイブリッド手法”等に記載されているので、省略する。

【0067】そして、ステップS113で、多角形パッチモデル作成処理プログラム1103に従い、距離画像データ211と法線ベクトルデータ1112に基づき、表面の形状にそれぞれ最適な多角形パッチにより、多角形パッチモデル213を作成する。

【0068】次に、図12のフローチャートを参照しながら、距離画像と法線ベクトルとを用いて、多角形パッチモデルを作成する手順を説明する。ここでは、4角形パッチモデルとする。

【0069】まず、ステップS121で、図13に示すごとく、距離画像を順次走査して行き、物体表面にあり、かつパッチで覆われていない点（Aとする）を捜す。次にステップS122にて、見つかった点Aを1頂点として、図14のように1辺の長さが i （作成しようとするモデルにおいて最も密な間隔）の正方形ABCDを作成する。

【0070】ステップS123では、選ばれた3頂点B、C、Dが、いずれもまだ他のパッチで覆われていない点であるかを判定し、かつ点Aの単位法線ベクトルと点B、C、Dのそれぞれの単位法線ベクトルとの内積のいずれもが、予め与えられた閾値より大きいかを判定し、B、C、Dがいずれも覆われていない点であり、かつ法線ベクトルの内積が、いずれも閾値より大きければ、 $i = i + 1$ としてステップS122を繰り返す。

【0071】一方、3頂点B、C、Dのいずれかが、既に他のパッチで覆われている点であるか、あるいは点Aの単位法線ベクトルと点B、C、Dのそれぞれの単位法線ベクトルとの内積のいずれかが、予め与えられた閾値よりも小さい場合には、ステップS124で、この4角形の頂点を確定し、確定された4頂点A、B、C、Dの

3次元座標値を距離画像から読み取り、また法線ベクトルの向きを法線ベクトル画像から読み取り、4角形パッチデータとして登録する。

【0072】続いてステップS125で、距離画像の全画面の走査が終了したかを調べ、未走査部分があれば、ステップS121に戻って繰り返す。一方、全画面の走査が終了したならば、ステップS126に進み、図15のEのように、登録された4角形パッチデータの中から、4角形を構成するいずれかの頂点が決まれば、4角形を構成する点Eの3次元座標値を、直線FGの方程式から計算し、この値を点Eの座標値として、4角形パッチデータを修正する。このEのような点のすべてについて、3次元座標値の修正を終えれば、このパッチモデル作成処理を終了する。

【0073】この手順により作成される4角形パッチデータの一部の例を図16に示す。

【0074】以上説明したように、本実施例によれば、注目点から一旦密に代表点を選んだ後で、注目点と選んだ点との法線ベクトルの変化が所定の値より少ない場合、疎な間隔で選び直すようにしたので、変化の激しい部分の代表点の間隔は密に、なだらかな部分の代表点の間隔は疎になるようにした多角形パッチモデルが作成できるようになり、物体の形状を、少ないデータ量で高精度に表せるようになった。また、データ点間の接続関係を、形状モデル中に記述することにより、後で不要なデータ点を除去したり、追加したりすることができる。

【0075】（実施例3）本実施例では、距離画像データより幾何データを生成し、この幾何データに対する変形動作を指示することで、簡単な操作によりアニメーション表示を実現する。

【0076】本実施例におけるアニメーション作成装置の構成も、実施例1と同じ図1で表されるが、メモリの内容が異なる。図17に、プログラムメモリ1、データメモリ2の構成、及び全体処理のフローチャートを示す。

【0077】同図において、(a)は、実施例2におけるプログラムメモリ1の内容を示す図である。ここで、201は、実施例1と同じ距離画像入力処理プログラムである。1702は、入力された距離画像に対して、各種3D幾何データを生成する3次元形状モデル構築プログラムである。

【0078】1703は得られた3D幾何形状に対して、各種変形アニメーションを実行するためのパラメータを指定／格納する変形データ作成プログラムである。

【0079】1704は、得られた3次元形状モデルとアニメーションパラメータとに従い、ライティング、シェーディング等を物体の変形動作に応じて施し、変形アニメーションを行う変形アニメーション表示プログラムである。

【0080】データメモリ2において、211は、距離計測センサや距離画像DBより入力される距離画像データである。1712は、本発明の処理により3D幾何データとして構築される形状モデルである。1713は、ユーザによってアニメーション用に指定される、物体の変形パラメータである。

【0081】次に、本実施例の処理の概略を、図18のフローチャートを参照しながら説明する。

【0082】先ず、ステップS181において、実施例1、2と同様に距離画像をレーザレンジファインダまたは画像データベースより入力する。ただし、距離画像を計測するには、平行射影系の他に、中心投影や円筒投影型があるので、このステップで、1つの投影系（平行投影系）の座標空間に変換し、以後の処理を統一化する。また、距離がある一定以上の点は、拝啓と見なすために無限大とし、物体部分と見なさないようにする。

【0083】ステップS182において、3次元形状モデルを作成する。形状モデルとしては、前述したように、メッシュ、ポリゴン、自由曲面などがあるが、殿形状とするかは、実物体の特性に応じて選択することが望ましい。即ち、平面の広い人工物体に対しては、ポリゴンモデルがよく、顔の画像のようになだらかな面には、メッシュや自由曲面が適している。

【0084】ステップS183にて、得られた幾何形状に対して、光源情報（色、光源の種類、減衰率）、物体の属性（物体の色、各種反射係数、法線）を与えてやり、フォンやグローシェーディングにより、3次元物体を2次元平面に投影し、レンダリングする。

【0085】ここで得られた画像は、あくまでも一方向から見た画像でしかないので、ステップS184で、アニメーション動作のための変形モードを選択する。更に、ステップS185で、この変形のためのパラメータを指定する。ステップS186では、全ての指定が終了した場合には、ステップS187に進むが、ここで、複数の変形モードを併用する場合は、ステップS184に戻る。

【0086】ステップS187では、変形における補間数を設定する。この処理は後述する。そして、ステップS188にて、アニメーションを作成し、表示する。

【0087】本実施例では、変形のモードとして、Tapering（先細り）、Twisting（ねじり）、Bending（曲げ）の3つを具えている。以下に、それぞれについて説明する。

(1)Tapering

z軸方向に物体のx、yスケールを変化させる関数の例を示すが、他の軸（x軸、y軸）に関しても同様Tapering

ngを実現できる。

【0088】 $X = r \cdot x$

$Y = r \cdot y$

$Z = z$

で表現され、スケールファクタ $r = f(z)$ である。

【0089】ここで、関数 $f(z)$ の変更によって、物体の変形がシミュレーションできる。また、法線ベクトルが、3次元物体をレンダリング（シェーディング）する際の陰影付けを計算するために必須の情報となる。変形操作によって、法線方向も変化する。変形後の法線ベクトル N_t は以下ようになる。

【0090】

【外1】

$$N_t = \begin{pmatrix} 1/r & 0 & 0 \\ 0 & 1/r & 0 \\ -f'(z)x/r & -f'(z)y/r & 1 \end{pmatrix}$$

【0091】(2)Twisting

ここでは、z軸方向において、x、y平面で輪郭を角度 θ （ラジアン）だけ回転する例を示すが、他の軸（x軸、y軸）に関しても同様Twistingを実現できる。

【0092】 $X = x \cdot \cos \theta - y \cdot \sin \theta$

$Y = x \cdot \sin \theta + y \cdot \cos \theta$

$Z = z$

回転角度 $\theta = f(z)$ である。ここで関数 $f(z)$ の変更によって、物体の変形がシミュレーションできる。同様に、変形後の法線ベクトル N_t は以下ようになる。

【0093】

【外2】

$$N_t = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ yf'(z) & -xf'(z) & 1 \end{pmatrix}$$

【0094】(3)Bending

y軸に沿ったベンディング関数は、以下のように定義されるが、他の軸（x軸、z軸）に関しても同様である。

【0095】ここでbendingの曲率は $1/k$ であり、bendの中心は $y = y_0$ 、bending angle は、 $\theta = k(y' - y_0)$ であり、 $y_{min} \leq y \leq y_{max}$ 間で bending を実行する。ここで、

【0096】

【外3】

$$\begin{aligned}
 y' &= \begin{cases} y_{\min} & \text{if } y \leq y_{\min} \\ y & \text{if } y_{\min} < y < y_{\max} \\ y_{\max} & \text{if } y \geq y_{\max} \end{cases} \\
 X &= x \\
 Y &= \begin{cases} -\sin \theta (z-1/k) + y_0 & y_{\min} \leq y \leq y_{\max} \\ -\sin \theta (z-1/k) + y_0 + \cos \theta (y - y_{\min}) & y < y_{\min} \\ -\sin \theta (z-1/k) + y_0 + \cos \theta (y - y_{\max}) & y > y_{\max} \end{cases} \\
 Z &= \begin{cases} \cos \theta (z-1/k) + 1/k & y_{\min} \leq y \leq y_{\max} \\ \cos \theta (z-1/k) + 1/k + \sin \theta (y - y_{\min}) & y < y_{\min} \\ \cos \theta (z-1/k) + 1/k + \sin \theta (y - y_{\max}) & y > y_{\max} \end{cases}
 \end{aligned}$$

【0097】また、変形後の法線ベクトル N_t は以下の
ように表現される。 * 【0098】

$$\begin{aligned}
 (1 - k'z)N_t &= \begin{bmatrix} 1 - k'z \\ 0 & \cos \theta & -\sin \theta (1 - k'z) \\ 0 & \sin \theta & \cos \theta (1 - k'z) \end{bmatrix} \\
 \text{ここで、} k' &= \begin{cases} k & \text{if } y_{\min} \leq y \leq y_{\max} \\ 0 & \text{else} \end{cases}
 \end{aligned}$$

【0099】以上説明した各種変形モード(Tapering 先細り, Twistingねじり, Bending曲げ)は、まず、ウィンドウシステムにおけるパネル等により指定される。

【0100】その後、別メニューを開くことにより、アニメーションの初期パラメータ、終了パラメータ、補間関数、毎秒毎の補間枚数がユーザによって指定される。 30

【0101】この指定例(Tapering に関して)を、図22を用いて説明する。Taperingのスケールファクタ“r”の初期値(2201)、及び終了値(2202)は、図22中に示されるようにスライダー又は直接数値入力によって指定する事が可能である。ここで、一方のモードから入力が行なわれると、他方のモードの表示に正確に情報が反映される。

【0102】もう一つの入力として、アニメーションを行う際の毎秒毎の画像の生成コマ数(2203)を指定するパネルであり、1-30 画像/秒を選択する。 40

【0103】そうすると、指定された間隔毎にCPU割込みが発生し、アニメーションを行うべくシステム側で画面更新を実行するのである。

【0104】ところで、アニメーションを作成するのは、非常にCPUに負荷のかかる処理であり、CPUのみでレンダリングを行う場合には、上記毎秒数コマのパフォーマンスを発揮するのは困難な状況もあり得る。その際には、各コマをoff-lineで描画し、各コマに連番を付加しておき、アニメーションを見る際にこれらの画像 50

を一度にロードしておき、画像のペラペラめくりといった感じでアニメーションを実現することも可能である。

【0105】最後に、アニメーションを実行する際の、時間と共に変化するパラメータ“r”を決定するための補間関数(2204)を指定する。この関数は、入力の初期値、終了値から、時間方向でどのように変化するかを示す関数であり、いろんな手法により、この時間変化の様子が指定可能である。

【0106】最も簡単なものは、時間方向で線形にパラメータ値が変化するものであるが、ユーザがそれに飽き足らない際には、もっと複雑な変化を指定する必要がある。図22では例として、Bezier曲線を利用して補間関数を指定したものである。この様な関数はDTPにおける曲線生成の処理として利用出来る。一般に、 $p = f(t)$ の形式で表現が可能なパラメータの変化関数は補間関数として利用出来る。

【0107】本実施例では、変形動作としてTapering, Twisting, Bendingを用いたが、その他の変形としてx, y, z 軸方向への拡大・縮小、各軸回りの回転、x, y, z 方向の移動も変形動作と考えて実現する事も必要である。これらの場合の処理は「コンピュータグラフィックス」、日本コンピュータ協会発行、今宮淳美訳に詳しい。

【0108】本実施例により、従来デザイナーが行っていた、形状モデリングやアニメーション動作において、

基本となる記述が半自動的に作成できるようになり、アニメーションを作成する上での時間が短縮される上に、精度が向上するという効果が得られる。

【0109】また、本発明は、単体の装置に限らず、本発明の機能が実行されるのであれば、複数の装置からなるシステムにも適用可能であり、更に、装置あるいはシステムにプログラムを供給することによって処理が行われるシステムであっても適用できることは言うまでもない。

【0110】

【発明の効果】以上説明した通り、本発明によれば、凹凸が激しい形状が複雑な部分や、曲面などでは密な間隔で代表点を選び、大きな平面などでは疎な間隔で代表点を選んで多角形パッチの頂点とすることにより、物体の形状を正しく表わしかつ、データ量の小さい3次元形状モデルを作成することができる。

【0111】また、入力された距離画像を、入力物体の特性に応じてメッシュ形状の幾何データやポリゴンや自由曲面に変換した後、各種変形操作（変形曲面スケルトン指定、折り曲げ、ねじれ）を選択的に施し、変形操作を補間して、アニメーション映像を作成する。この結果ユーザは、モデリングの詳細を知らなくともどのように物体を変形させ、アニメートさせるかを指定すればよい。これにより、熟練を要せずに誰でも利用できるので、アニメーションを作成する上で、操作が簡単となり、作成に要する時間が短縮される上に、精度が向上するという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】距離画像処理装置の全体構成を示すブロック図である。

【図2】第1の実施例のメモリ構成及び全体処理フローチャートを示す図である。

【図3】面種分類処理のフローチャートである。

【図4】面種クラスとそのコードを表わす表である。

【図5】多角形パッチモデル作成処理手順を示すフローチャートである。

【図6】距離画像データの加工例を模式的に示す図であ*

＊る。

【図7】輪郭線抽出処理手順を示すフローチャートである。

【図8】多角形パッチデータテーブルを示す図である。

【図9】各領域の多角形パッチモデルを作成する説明図である。

【図10】インデックス登録処理手順を示すフローチャートである。

【図11】第2の実施例のメモリ構成及び全体処理フローチャートを示す図である。

【図12】第2の実施例の多角形パッチモデル作成手順を示すフローチャートである。

【図13】距離画像の走査を説明する図である。

【図14】代表点の選び方を説明する図である。

【図15】修正すべき辺上の点の例を説明する図である。

【図16】ポリゴンモデルのデータの例を示す図である。

【図17】第3の実施例のメモリ構成を示す図である。

【図18】第3の実施例の全体処理フローチャートを示す図である。

【図19】ポリゴンモデルのデータの例を示す図である。

【図20】変形操作の例を説明する図である。

【図21】変形結果の例を示す図である。

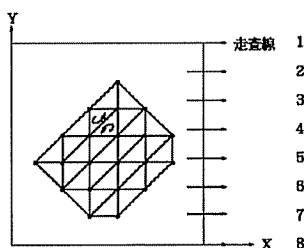
【図22】変形パラメータの補間例を説明する図である。

【図23】稜線・位相情報を作成する疑似コーディングの例を示す図である。

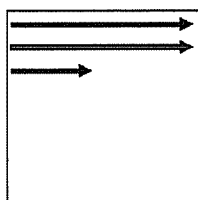
【符号の説明】

- 1 プログラムメモリ
- 2 データメモリ
- 3 CPU
- 4 表示部
- 5 マウス
- 6 キーボード
- 7 レーザレンジファインダ

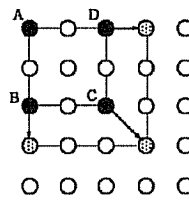
【図9】



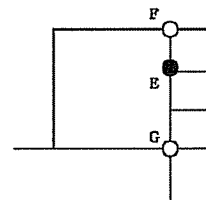
【図13】



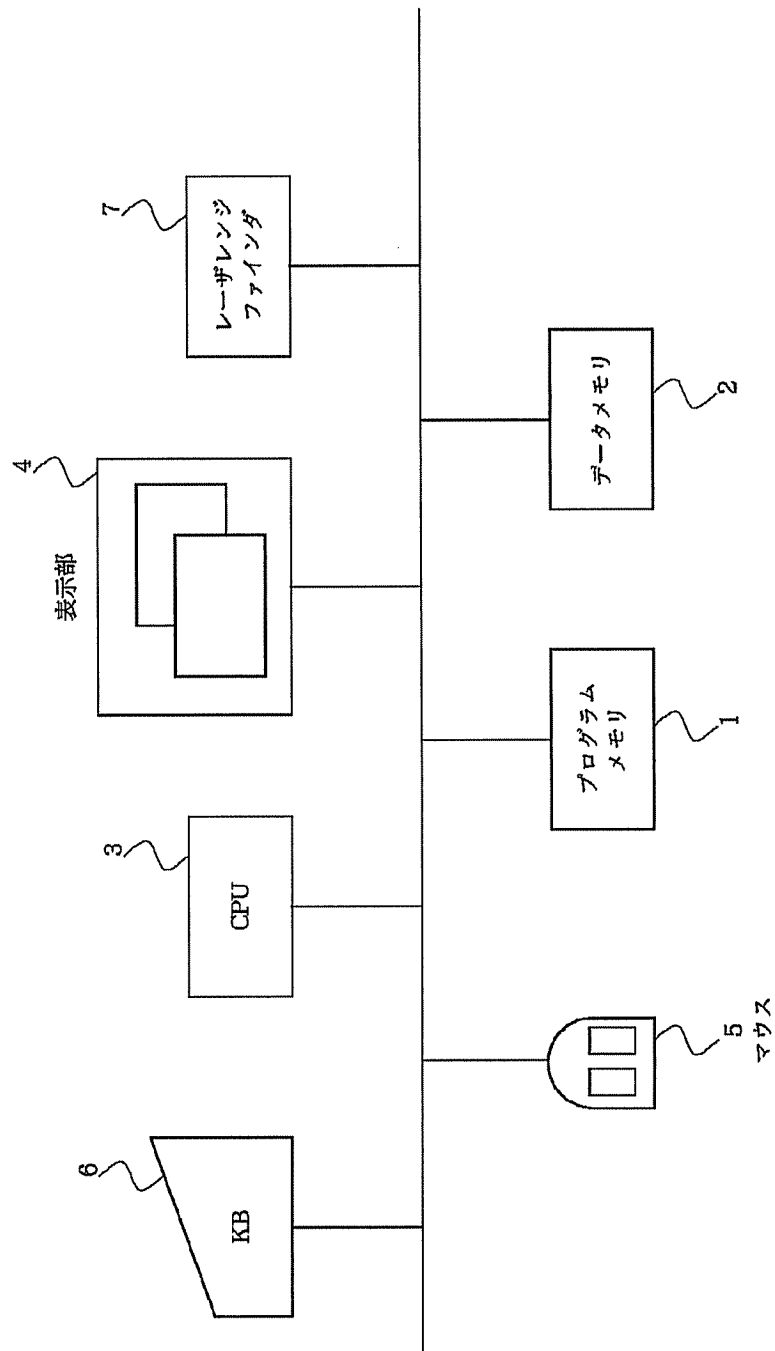
【図14】



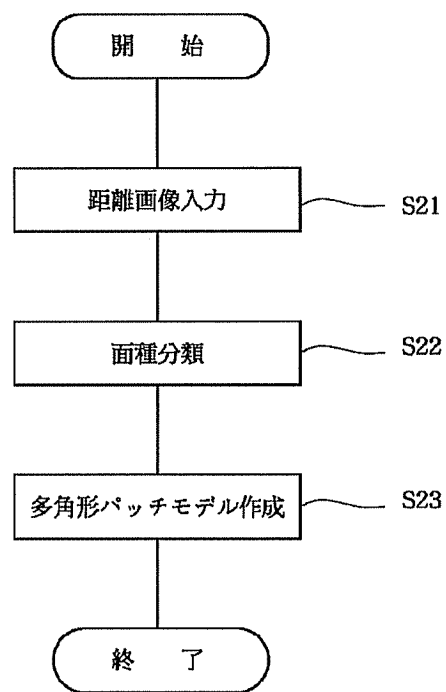
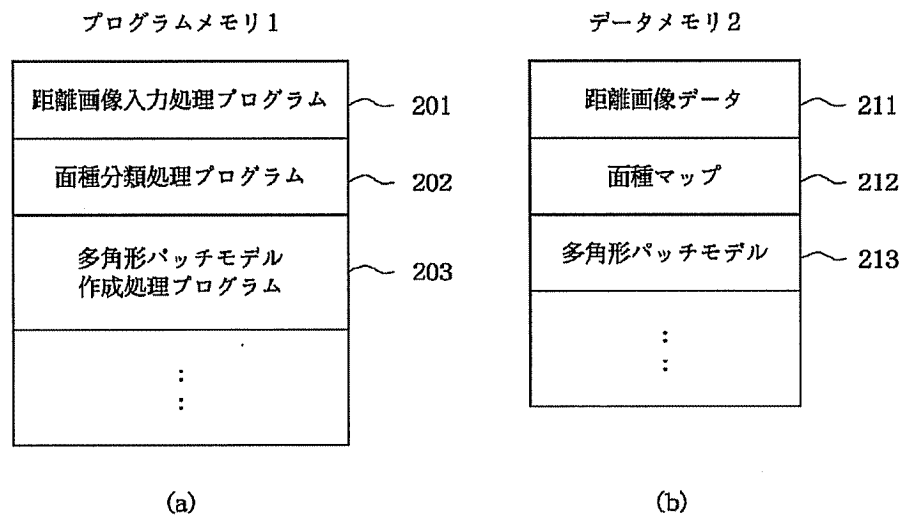
【図15】



【図1】

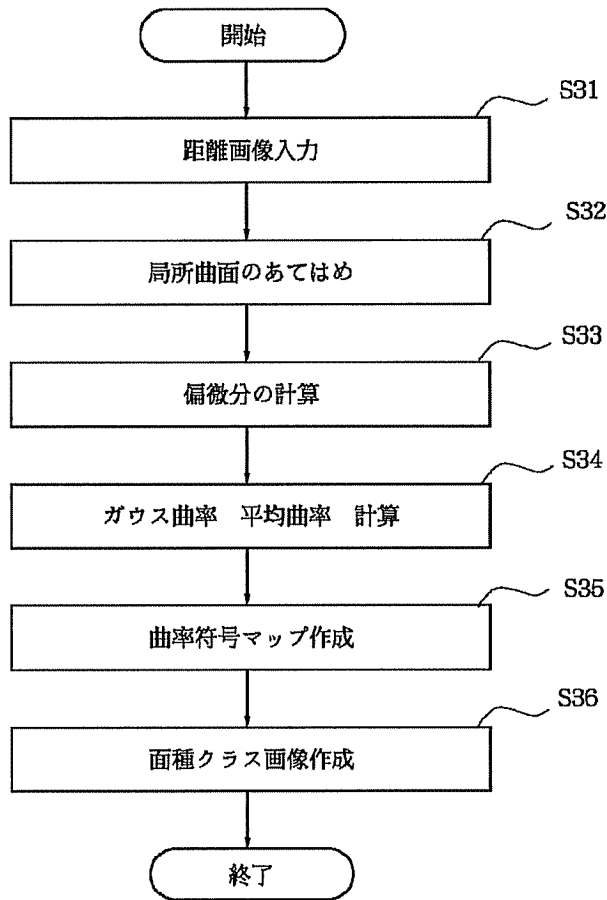


【図2】



(c)

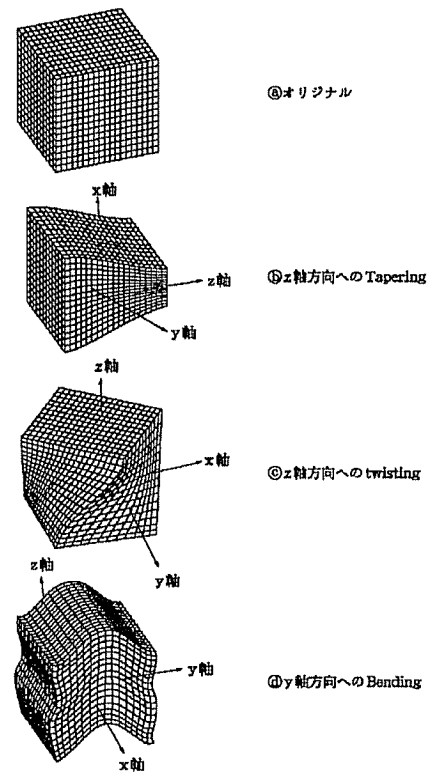
【図3】



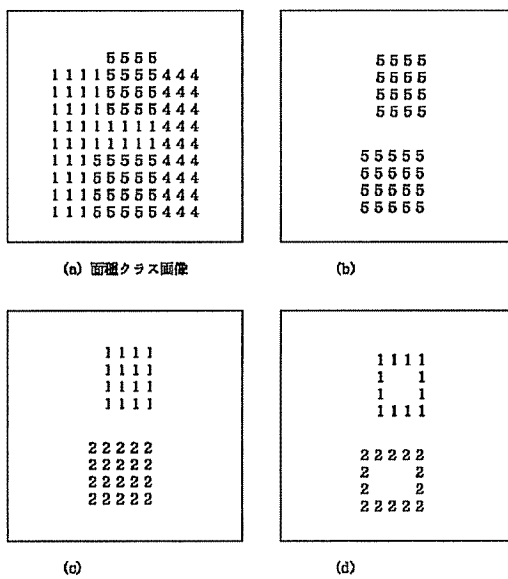
【図4】

クラス	面 種
1	負楕円面
2	正楕円面
3	負放物面
4	正放物面
5	平坦面
6	極小面
7	負双曲面
8	正双曲面

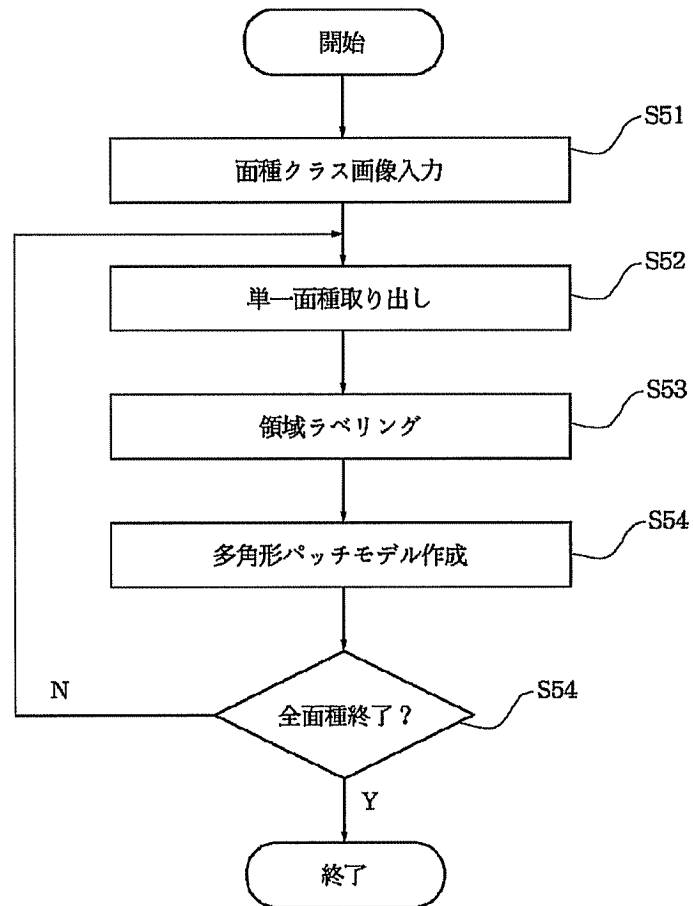
【図20】



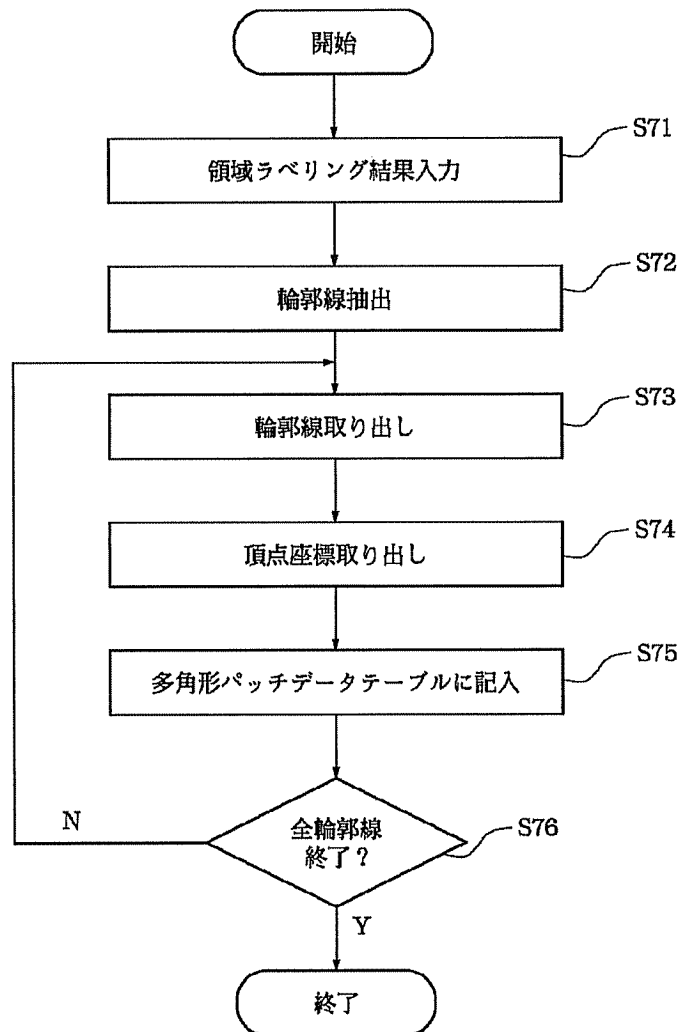
【図6】



【図5】



【図7】



【図8】

頂点情報

面種番号	領域番号	頂点番号	x座標	y座標	z座標
5	1	1	0.253	3.21	-5.13
5	1	2	0.321	3.35	-5.00
5	1	3	0.350	3.50	-4.50
5	1	4	⋮	⋮	⋮
5	1				
⋮	⋮				
⋮	2	1			
⋮	⋮	2			
⋮	⋮	⋮			
6	1	1			
	1	2			
	⋮				

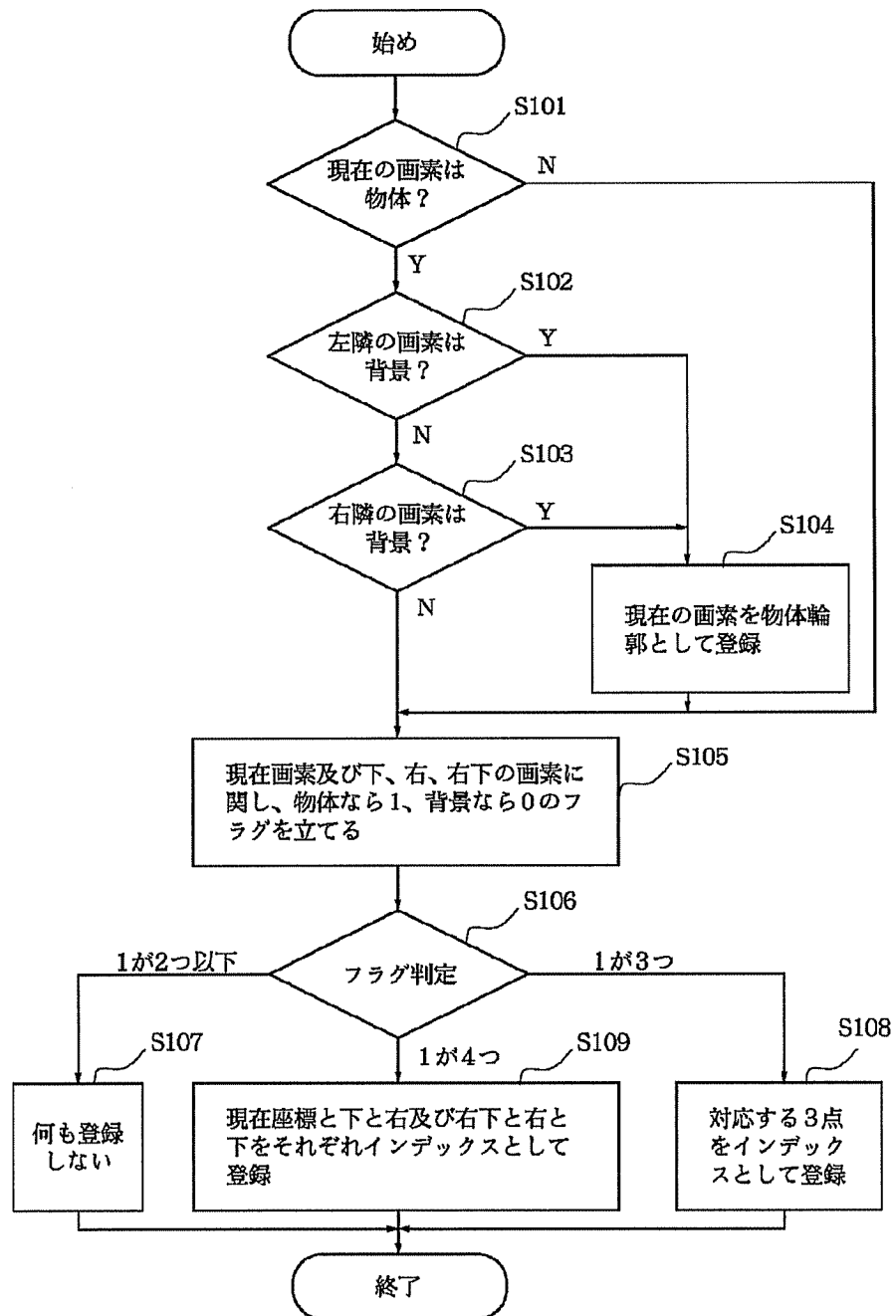
(a)

位相情報

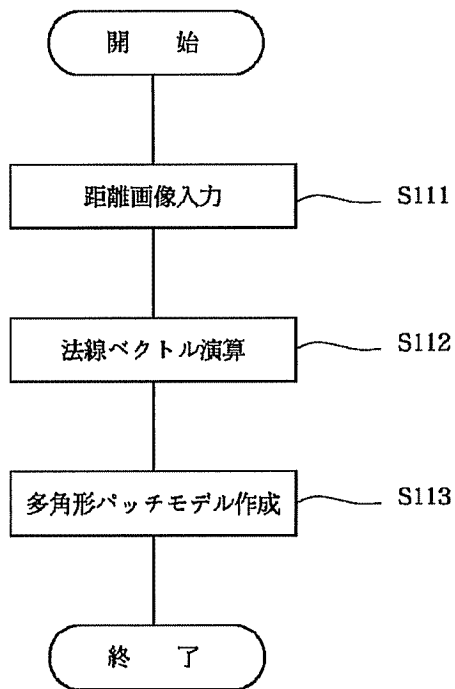
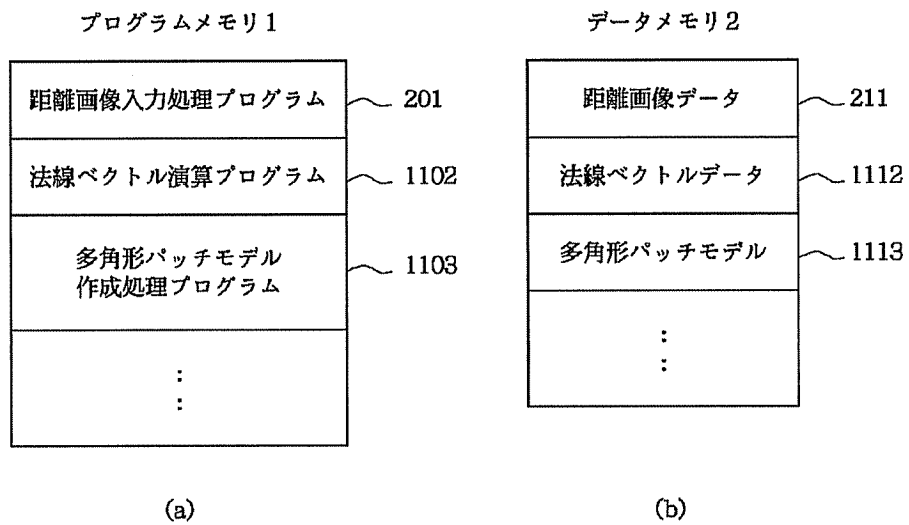
面種番号	領域番号	多角形番号	頂 点
5	1	1	1 2 3 4 5 6
	2	2	1 2 3 4

(b)

【図10】

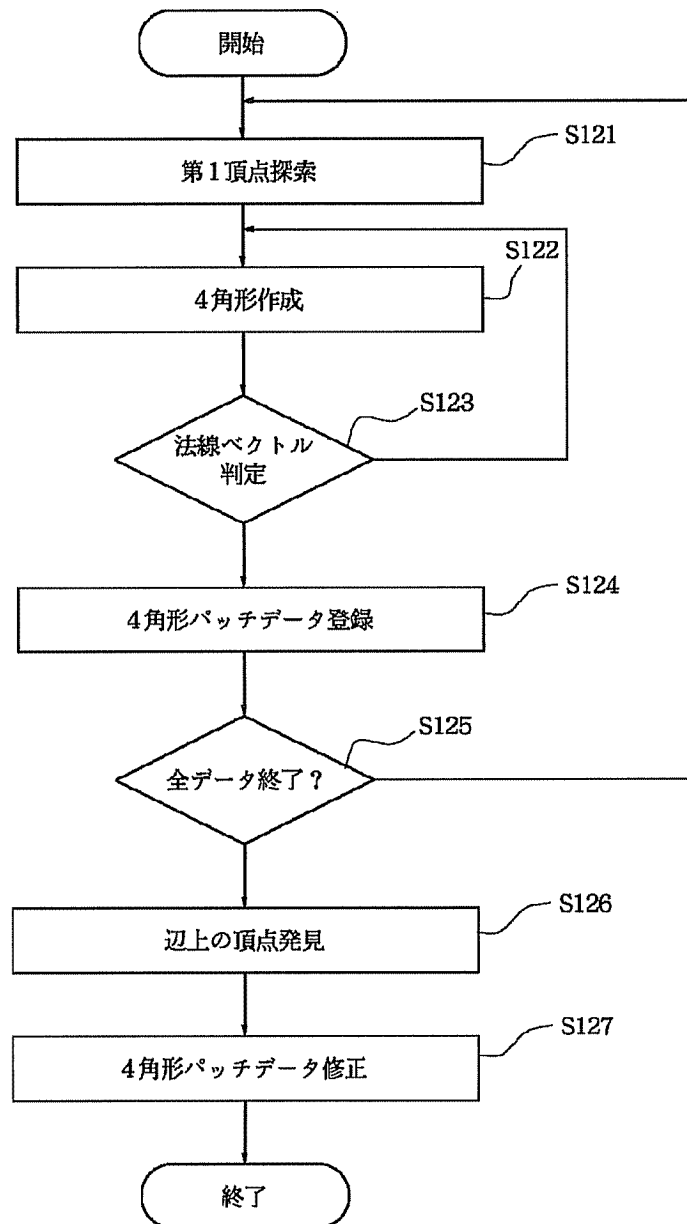


【図11】



(c)

【図12】



【図16】

```

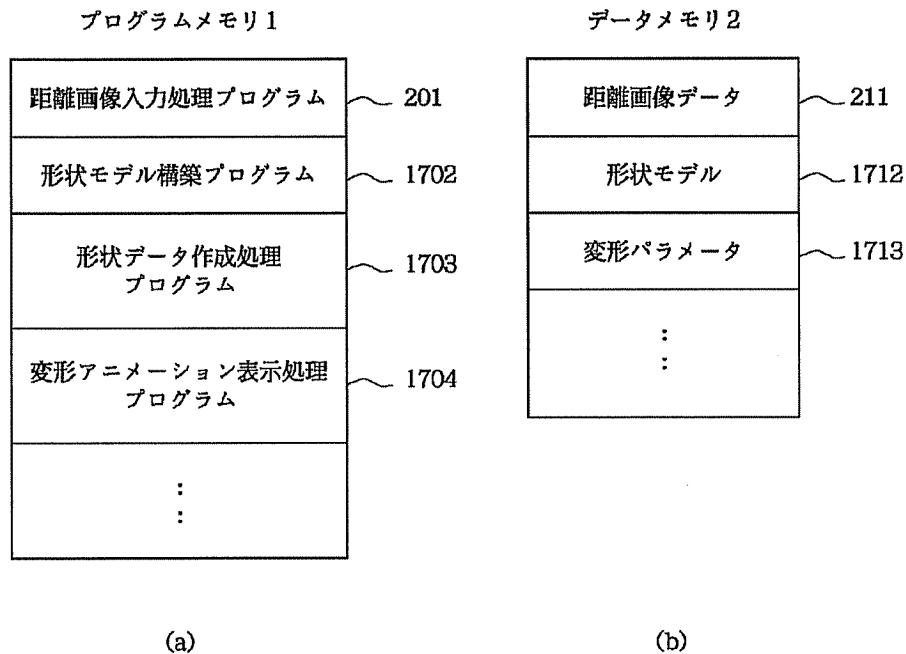
polygon          /* ポリゴンデータの宣言 */
vertices         /* 以下 頂点情報 */
  components = x y z  normal - x  normal - y  normal - z
                /* 各頂点の属性
                  3次元座標値 X,Y,Z は必ず持つ
                  法線ベクトルを持つ場合はここで宣言 */

  number = 584    /* 以下に続く頂点数 */
  ( 78.00  30.00 -61.80 -0.297 -0.954 -0.031 ) /* 頂点番号1 */
  ( 78.00  33.00 -68.29 -0.545 -0.733 -0.407 ) /* 頂点番号2 */
  ( 81.00  33.00 -71.14 -0.376 -0.739 -0.559 ) /* 頂点番号3 */
  ( 81.00  30.00 -66.75 -0.488 -0.740 -0.464 ) /*      :      */
  ( 84.00  33.00 -72.58 -0.241 -0.711 -0.661 )
  ( 84.00  30.00 -69.12 -0.342 -0.733 -0.588 )
  ( 87.00  33.00 -73.26 -0.085 -0.681 -0.727 )
  .....
  ( 81.00 111.00 -67.23 -0.421  0.767 -0.484 )
  ( 84.00 111.00 -69.85 -0.404  0.780 -0.477 ) /*      :      */
  ( 87.00 111.00 -72.17  0.199  0.979 -0.040 ) /* 頂点番号583 */
  ( 90.00 111.00 -73.98 -0.007  1.000 -0.022 ) /* 頂点番号584 */

connectivity      /* 以下位相情報 */
components = variable.i
  ( 4  1  2  3  4 )
  ( 4  4  3  5  6 )
  ( 4  6  5  7  8 )
  ( 4  8  7  9 10 )
  ( 4 11 12 13  2 )
  ( 4  2 13 14  3 )
  ( 4  3 14 15  5 )
  ( 4  5 15 16  7 )
  ( 4  7 16 17  9 )
  ( 4  9 17 18 19 )
  .....
  ( 4 573 581 582 574 )
  ( 4 574 582 583 575 )
  ( 4 575 583 584 576 )
endpolygon        /* ポリゴンデータ 終わり */

```

【図17】



【図19】

```

polygon                               /* polygonデータの宣言 */
vertices                             /* 頂点情報 */
    components = x y z normal - x normal - y normal - z
                                /* 頂点属性,座標値+法線情報 */

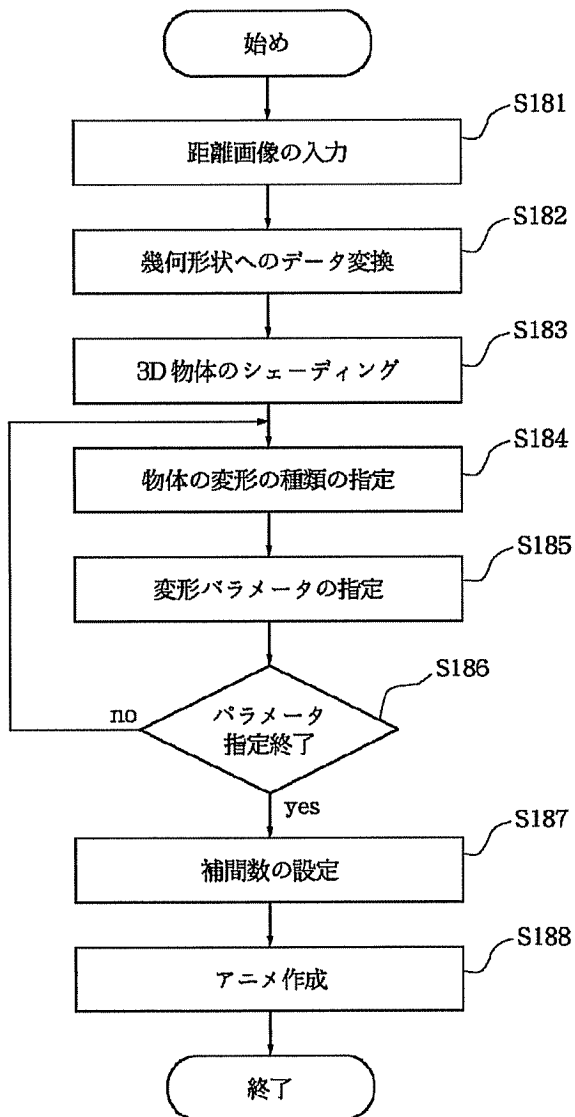
    number = 8                     /* 頂点数 */
    ( -1.0 -1.0 -1.0 -0.57735 -0.57735 -0.57735 ) /* 頂点番号1 */
    (  1.0 -1.0 -1.0  0.57735 -0.57735 -0.57735 ) /* 頂点番号2 */
    (  1.0  1.0 -1.0  0.57735  0.57735 -0.57735 )
    ( -1.0  1.0 -1.0 -0.57735  0.57735 -0.57735 )
    ( -1.0 -1.0  1.0 -0.57735 -0.57735  0.57735 )
    (  1.0 -1.0  1.0  0.57735 -0.57735  0.57735 )
    (  1.0  1.0  1.0  0.57735  0.57735  0.57735 )
    ( -1.0  1.0  1.0 -0.57735  0.57735  0.57735 )

connectivity                         /* 位相情報 */
    components = variable.i
    (4 1 2 3 4)                     /* ポリゴンを構成する頂点数+頂点番号列 */
    (4 2 6 7 3)
    (4 6 5 8 7)
    (4 5 1 4 8)
    (4 5 6 2 1)
    (4 4 3 7 8)
endpolygon                          /* ポリゴンデータの終了 */

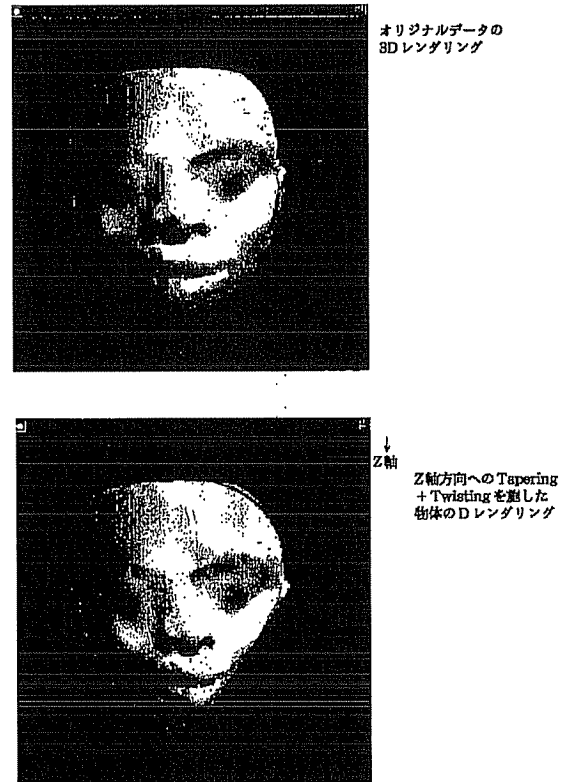
```

図4 ポリゴンモデルのデータ例

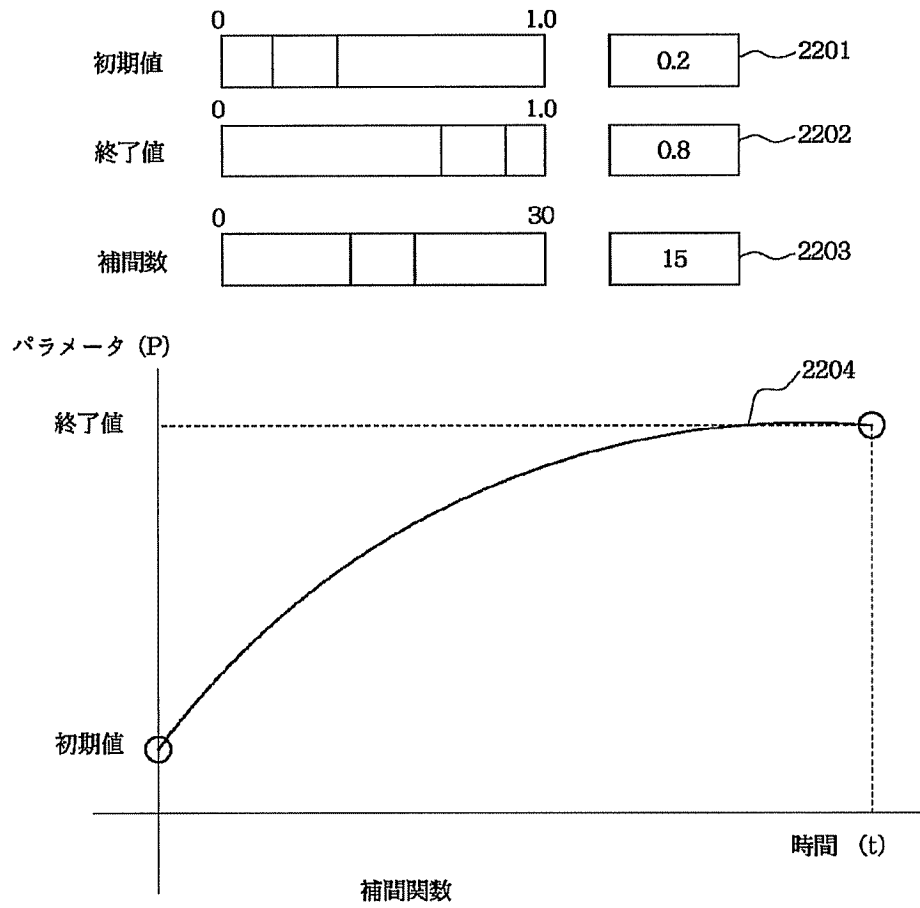
【図18】



【図21】



【図22】



【図23】

```

if (depth (p-1, n) == background AND depth (p, n) == object)

    regist depth (p, n) as CONTOROUR ;

if : (depth (p+1, n) == background AND depth (p, n) == object)
    regist depth (p, n) as CONTOROUR ;    /* ステップ */

/* set binary 1, if depth (x, y) is object */
/* set binary 0, if depth (x, y) is background */
/* arrange flag according to depth (p, n) depth (p, n+x) depth (p+x, n)
depth (p+x, n+x) order */
/* regist (ind () ind ()) means set point index */
switch (flag) {
    case 1111 : /* depth (p, n) depth (p, n+x) depth (p+x, n)
                depth (p+x, n+x) */
                regist (ind (p, n) ind (p, n+x) ind (p+x, n))
                regist (ind (p+x, n+x) ind (p+x, n) ind (p, n+x))
                break ;
    case 1110 :
                regist (ind (p, n) ind (p, n+x) ind (p+x, n))
                break ;
    case 1101 :
                regist (ind (p, n) ind (p, n+x) ind (p+x, n+x))
                break ;
    case 1011 :
                regist (ind (p, n) ind (p+x, n+x) ind (p+x, n))
                break ;
    case 0111 :
                regist (ind (p+x, n+x) ind (p+x, n) ind (p, n+x))
                break ;

    case 1100
    case 1010 :
    case 1001 :
    case 1000 :
    case 0110 :
    case 0101 :
    case 0100 :
    case 0011 :
    case 0010 :
    case 0001 :
    case 0000 :
        do not regist ;

```

【手続補正書】

【提出日】平成5年3月5日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図21

【補正方法】変更

【補正内容】

【図21】変形結果の例を示す写真である。

フロントページの続き

(72)発明者 吉崎 修
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノ
ン株式会社内

(72)発明者 奥富 正敏
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノ
ン株式会社内